

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 482 198** (13) C1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[C22B 3/08 \(2006.01\)](#)[C22B 19/00 \(2006.01\)](#)[C22B 15/00 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 29.01.2018)  
Пошлина: учтена за 3 год с 18.01.2014 по 17.01.2015(21)(22) Заявка: [2012101614/02](#), 17.01.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.01.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.01.2012

(45) Опубликовано: [20.05.2013](#) Бюл. № 14(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 93046268 A, 20.03.1997. RU  
94015041 A1, 10.02.1996. SU 1836461 A3,  
23.08.1993. CA 2104736 A, 25.02.1995. US  
6340450 A, 22.01.2002. JP 2001214224 A,  
07.08.2001. SU 1749277 A1, 23.07.1992. EP  
0851034 A1, 01.07.1998.

Адрес для переписки:

620027, г.Екатеринбург, а/я 36, НП ПП  
"Новация", пат.пов. РФ Т.А. Даниловой,  
рег.№ 875

(72) Автор(ы):

**Черный Максим Львович (RU),  
Машкин Антон Евгеньевич (RU),  
Пастухов Антон Михайлович (RU),  
Кириллов Евгений Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

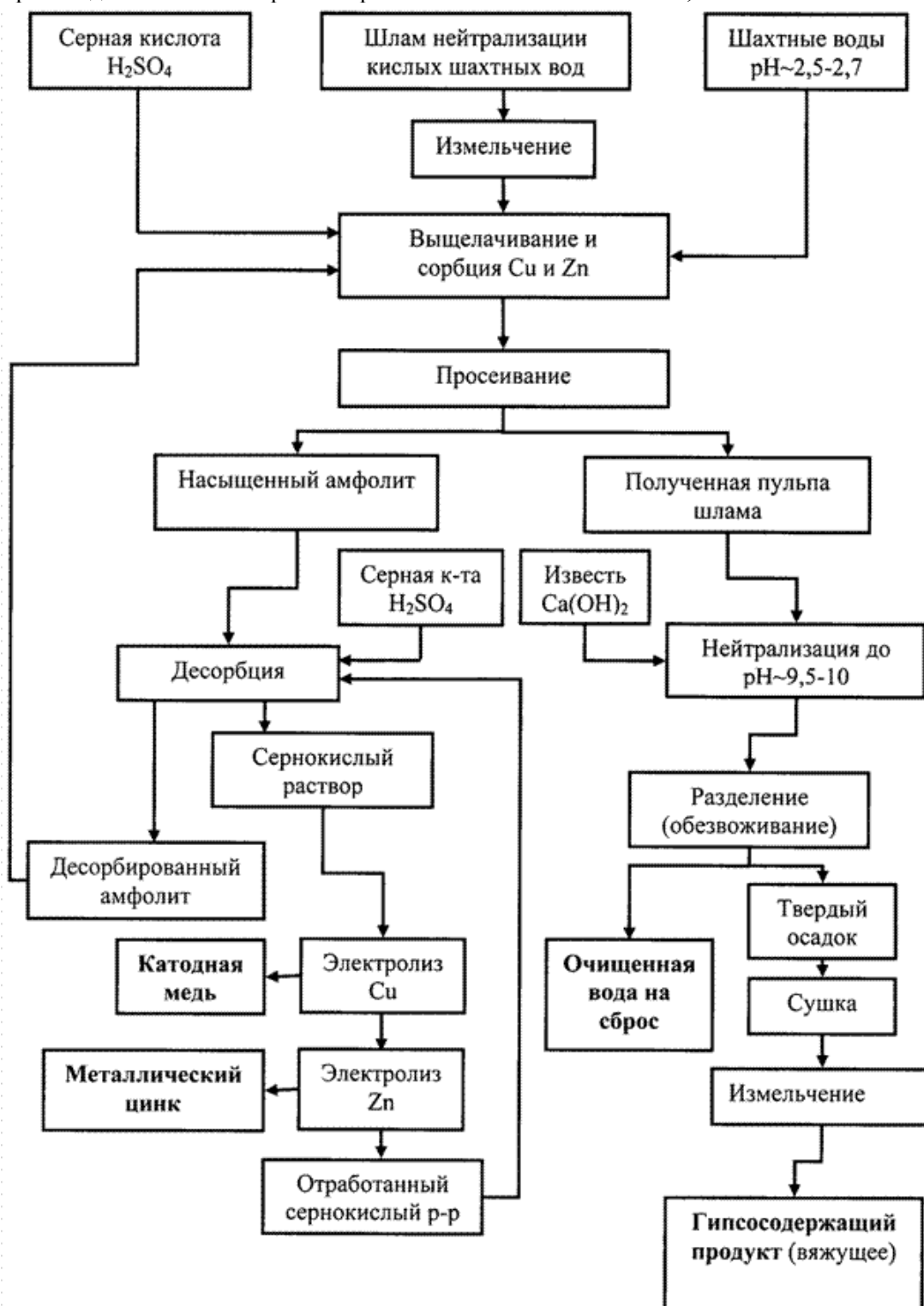
**Общество с ограниченной  
ответственностью "УралЭкоМет" (ООО  
"УралЭкоМет") (RU)**

## (54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛЫХ ШАХТНЫХ ВОД

(57) Реферат:

Изобретение относится к области гидрометаллургии тяжелых цветных металлов. Способ переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод включает его предварительное измельчение, после чего ведут сернокислотное выщелачивание при перемешивании путем обработки шлама кислыми шахтными водами и серной кислотой и добавление иминодиацетатного амфолита для одновременной сорбции меди и цинка. От полученной пульпы отделяют амфолит и осуществляют его десорбцию серной кислотой с образованием десорбированного иминодиацетатного амфолита и сернокислого раствора. Десорбированный амфолит возвращают на этап выщелачивания и одновременной сорбции. Из сернокислого раствора путем электролиза последовательно извлекают медь, а затем цинк. Отработанный сернокислый раствор возвращают на этап десорбции. Полученную пульпу после отделения от нее амфолита нейтрализуют известью, после чего разделяют на твердый осадок и жидкую часть. Оставшийся твердый осадок сушат и измельчают с получением гипсосодержащего товарного продукта. Технический результат заключается в обеспечении создания безотходной технологии, предусматривающей извлечение из шламов нейтрализации кислых шахтных вод меди и цинка в товарные

продукты и получение дополнительного товарного продукта - вяжущего для производства строительных материалов. 1 ил., 7 табл.



Фиг. 1

Изобретение относится к области гидрометаллургии тяжелых цветных металлов и может быть использовано для извлечения соединений металлов с получением их товарных продуктов при комплексной переработке отходов, содержащих медь и цинк, а именно шламов нейтрализации кислых шахтных вод.

Щелочная нейтрализация кислых шахтных вод полиметаллических рудников предполагает сброс образующейся пульпы в шламохранилища, в результате образуется значительное количество щелочного осадка (шлама), содержащего большое количество ценных компонентов.

Существующие технологии переработки кислых шахтных вод и пульп, включающие сорбционное кислотное выщелачивание или меди или цинка с их последующей десорбцией, не предусматривают их одновременное извлечение из отходов, в частности из шламов нейтрализации кислых шахтных вод, с получением

меди и цинка в качестве товарных продуктов и полной утилизацией всех составляющих шлама.

Известен способ извлечения меди из сбросных шахтных вод и пульп, включающий корректировку кислотности шахтных вод и пульп до pH 3,0-3,5 с последующей сорбцией меди иминодиацетатным амфолитом АНКБ-35 при соотношении твердое:жидкое 1:5-7, времени сорбции 5-7 часов, соотношении твердое:ионит 5-6, после чего осуществляют десорбцию меди серной кислотой (см. патент РФ на изобретение №2213154, 7 МПК C22B 3/24, C22B 15/00, приоритет от 01.11.2001 г., опубликовано 27.09.2003 г. «Способ извлечения меди из шахтных вод и пульп»).

Недостатком данного способа переработки кислых шахтных вод и пульп является то, что из всех соединений, содержащихся в отходах, извлекают только соединения меди, лишь частично решая проблему извлечения токсичных тяжелых цветных металлов из сбросных растворов, в то же время данный способ не решает проблему переработки осадка (шлама) и его полной утилизации.

Известен способ извлечения цинка из бедных сульфатных растворов, в частности из фильтратов шахтных вод, полученных после сорбции меди, включающий предварительную нейтрализацию раствора до pH 4,3-4,6 путем контактирования его с сильноосновным анионитом в гидроксильной форме при массовом соотношении анионита к раствору 1:(200-500), и последующую сорбцию цинка путем контактирования с карбоксильным катионитом КБ-2Э (см. патент РФ на изобретение №2034926, 6 МПК C22B 3/24, C22B 19/00, приоритет от 27.04.1993 г., опубликовано 10.05.1995 г. «Способ сорбционного извлечения цинка из сульфатных растворов»).

Недостатком данного способа переработки шахтных вод является то, что данным способом извлекают только соединения цинка (при предварительном извлечении меди в рамках другого способа), что усложняет технологический процесс извлечения токсичных тяжелых цветных металлов из сбросных растворов, в то же время данный способ не решает проблему переработки осадка (шлама) и его полной утилизации.

Известен способ комплексного извлечения меди, цинка, кобальта и никеля из кислых растворов и гидратной пульпы с применением карбоксильных катионитов, имеющих функциональную группу - COOH в Na и Ca форме (КБ-4П2). Процесс одновременной сорбции всех металлов осуществляют при pH 6,0-6,5, при этом степень извлечения металлов на катионит составляет, %: Co 99, Zn 99, Ni 94, Cu 40 (см. книгу «Иониты в цветной металлургии», под ред. К.В.Лебедева и др. М., Металлургия, с.243-245).

Недостатком данного способа переработки кислых растворов и пульп является то, что хотя он и обеспечивает комплексное (одновременное) извлечение меди и цинка из кислых сред, однако степень извлечения меди очень низка, в то же время данный способ не решает проблему переработки осадка (шлама) и его полной утилизации.

Известен способ утилизации шлама гальванического производства, включающий смешение шлама из отвалов при измельчении методом механохимической активации с добавками в виде содержащих хлорид- или сульфат-ионы соединений в соотношении хлорид- или сульфат-ионов к сумме металлов, содержащихся в шламе, не менее 1:1, термическую обработку измельченной массы при температуре 550-600°C, выщелачивание полученного спека кислой сточной водой собственного гальванического производства при pH ≤ 3 в несколько стадий, отделение раствора от осадка фильтрацией, суммарное извлечение тяжелых металлов из полученного раствора путем флотации при pH 8-12, при этом полученный пенный концентрат, содержащий ионы тяжелых металлов, используют для дальнейшего приготовления пигментов (см. патент РФ на изобретение №2404270, МПК C22B 7/00, C22B 1/00, C22B 3/06, C22B 15/00, приоритет от 11.03.2009 г., опубликовано 20.11.2010 г. «Способ переработки шламов гальванических производств»).

Недостатком данного способа переработки шламов гальванических производств является то, что обеспечивая совместное извлечение ионов тяжелых металлов (в том числе цинка, меди, железа) для дальнейшего получения товарного продукта, данный способ не решает проблему полной утилизации перерабатываемых отходов, в частности отделяемого осадка, кроме того, данный способ характеризуется сложностью и большим количеством этапов переработки.

Известен способ извлечения ионов железа, цинка, меди и марганца из твердых отходов (в частности, клинкера), включающий сернокислотное выщелачивание и совместное гидролитическое осаждение из раствора ионов извлекаемых металлов с добавлением окислителя, причем при сернокислотном выщелачивании добавляют комплексоны, образующие в кислых средах с ионами извлекаемых металлов прочные хорошо растворимые комплексы. Выщелачивание ведут при pH меньше 3 (преимущественно 1-2), осадок после гидролитического осаждения подвергают солянокислому растворению с последующим селективным извлечением ионов

металлов из полученного раствора (см. патент РФ на изобретение №2338801, МПК C22B 3/08, C22B 19/00, приоритет от 03.08.2006 г., опубликовано 20.11.2008 г. «Способ извлечения ионов железа, цинка, меди и марганца»).

Недостатком данного способа извлечения ионов железа, цинка меди и марганца является то, что он обеспечивает как совместное извлечение меди и цинка из твердых отходов, так и соединений железа, что затрудняет дальнейшую переработку продуктивных растворов при селективным извлечении ионов металлов из полученного раствора, усложняя процесс и увеличивая количество этапов переработки, кроме того, данный способ при получении товарных продуктов в виде соединений металлов не решает проблему полной утилизации перерабатываемых отходов.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков к заявляемому изобретению является способ переработки минерального сырья, а именно шламов нейтрализации кислых шахтных вод полиметаллических рудников, включающий их сернокислотное выщелачивание, причем медь и цинк извлекают из шламов в раствор, подавая концентрированную серную кислоту непрерывно, при перемешивании (см. заявку РФ на изобретение №93046268, 6 МПК C22B 15/00, C22B 19/00, C22B 3/08, приоритет от 29.09.1993 г., опубликовано 20.03.1997 г. «Способ сернокислотного выщелачивания минерального сырья»).

Недостатком данного способа переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод является то, что хотя он и обеспечивает совместное извлечение меди и цинка из шлама в раствор, однако использование концентрированной серной кислоты приводит к переходу в раствор, в частности, соединений железа, что затрудняет дальнейшую переработку продуктивных растворов, кроме того, данный способ не решает проблему полной утилизации шламов нейтрализации кислых шахтных вод.

Техническим результатом заявляемого изобретения является создание безотходной технологии, предусматривающей извлечение из шламов нейтрализации кислых шахтных вод меди и цинка в товарные продукты и получение дополнительного товарного продукта - вяжущего для производства стройматериалов.

Заявляемый технический результат достигается тем, что в способе переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод, включающем их сернокислотное выщелачивание при перемешивании, согласно изобретению шлам нейтрализации кислых шахтных вод предварительно измельчают, после чего сернокислотное выщелачивание ведут путем обработки шлама кислыми шахтными водами и серной кислотой до массового соотношения твердое:жидкое 1:(4-6) и pH 3,5-4, затем добавляют иминодиацетатный амфолит до массового соотношения иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама 1:(40-60) для одновременной сорбции меди и цинка, которую ведут в течение 3-7 часов, после чего от полученной пульпы шлама просеиванием отделяют иминодиацетатный амфолит и осуществляют его десорбцию серной кислотой с образованием десорбированного иминодиацетатного амфолита и сернокислого раствора, причем десорбированный иминодиацетатный амфолит возвращают на этап выщелачивания и одновременной сорбции, а из сернокислого раствора путем электролиза последовательно извлекают медь с получением товарного продукта в виде катодной меди, а затем цинк с получением товарного продукта в виде металлического цинка и отработанного сернокислого раствора, который затем возвращают на этап десорбции, полученную пульпу шлама после отделения от нее иминодиацетатного амфолита нейтрализуют известью, после чего разделяют на твердый осадок и жидкую часть, причем жидкую часть в виде очищенной воды подают на сброс, а оставшийся твердый осадок сушат и измельчают с получением гипсосодержащего товарного продукта.

Щелочные шламы станций нейтрализации кислых шахтных вод содержат большое количество меди и цинка в виде труднорастворимых гидратированных оксидов меди и цинка, находящихся в механической смеси с основными компонентами шлама - сульфатом кальция и гидрооксидом железа. Обработка шлама кислыми шахтными водами и серной кислотой, обеспечивающая его разбавление до соотношения шлам (в пересчете на абсолютно сухой вес):кислые воды 1:(4-6) и подкисление полученной в результате обработки шлама кислыми шахтными водами и серной кислотой пульпы шлама до pH 3,5-4, позволяет избирательно перевести и медь и цинк в пульпу и затем извлечь их на амфолите. Введение иминодиацетатного амфолита в получаемую пульпу шлама способствует интенсификации растворения и соответственно переходу меди и цинка в жидкую часть пульпы, при этом одновременно происходит избирательное извлечение меди и цинка из жидкой части полученной пульпы шлама (сорбция) на амфолите. При сорбционном сернокислотном выщелачивании с заявляемыми параметрами и использовании селективного иминодиацетатного амфолита содержащегося в шламе железо не переходит в жидкую часть полученной

пульпы шлама, а в составе отделенной от амфолита пульпы шлама направляется на дальнейшую безотходную переработку для получения стройматериалов, в результате которой получают не содержащий токсичных тяжелых цветных металлов гипсосодержащий товарный продукт (вяжущее вещество) и полностью очищенную сбросную воду. При этом в отсутствии железа дальнейшая переработка сернокислого продуктивного содержащего медь и цинк раствора осуществляется путем электролиза без дополнительных этапов отделения железа.

При pH менее 3,5 резко уменьшается растворение и сорбируемость цинка, а следовательно, и степень его извлечения из полученной пульпы шлама. При pH более 4,5 происходит уменьшение сорбции меди и цинка за счет соосаждения их с гидроксидом железа.

При соотношении твердое: жидкое (Т:Ж) меньше 1:4 степень извлечения меди и цинка из полученной пульпы шлама падает из-за образования плотной плохо промешиваемой пульпы шлама, что осложняет процесс сорбции меди и цинка. Кроме этого, увеличивается сорбция железа. При соотношении твердое: жидкое (Т:Ж) более 1:6 резко увеличиваются объемы растворов, что ведет к увеличению количества оборудования. В то же время положительных эффектов по извлечению и очистке меди и цинка не наблюдается.

При соотношении иминодиацетатный амфолит: полученная пульпа шлама меньше 1:40 степень извлечения меди и цинка из полученной пульпы шлама практически не изменяется, а степень извлечения железа растет. При увеличении этого соотношения сверх 1:60 степень извлечения меди и цинка уменьшается.

Таким образом, использование заявляемого способа переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод позволяет создать безотходную технологию, предусматривающую извлечение из шламов нейтрализации кислых шахтных вод меди и цинка в товарные продукты и получение дополнительного товарного продукта - вяжущего для производства стройматериалов требуемого качества, при этом на сброс направляется полностью очищенная вода.

Технических решений, совпадающих с совокупностью существенных признаков заявляемого изобретения, не выявлено, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого изобретения такому условию патентоспособности как «новизна».

Заявляемые существенные признаки, предопределяющие получение указанного технического результата, явным образом не следуют из уровня техники, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого изобретения такому условию патентоспособности как «изобретательский уровень».

Условие патентоспособности «промышленная применимость» подтверждается примерами конкретного выполнения, изложенными в разделе «Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения».

На чертеже представлена принципиальная технологическая схема заявляемого способа переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод.

Осуществлялась переработка шламов нейтрализации кислых шахтных вод по заявляемому способу, для чего был использован шлам, отобранный непосредственно на шламохранилище Левихинского медно-добывающего рудника (Левихинское месторождение медно-колчеданных руд, Свердловская область) и представляющий из себя отходы обработки кислых шахтных вод Левихинского медно-добывающего рудника в виде влажного слежавшегося щелочного осадка с pH~9, с содержанием основных значимых элементов (масс.%) в пересчете на медь 0,88-1,52, цинк 1,8-2,35, железо 6,83-9,1, кальций 10,4-20,92, магний 1,6-2,3, алюминий 0,84-0,94 и пр.

Шлам нейтрализации кислых шахтных вод, тщательно измельченный в шаровой мельнице с загрузкой керамическими шарами до размера частиц менее 0,1 мм, помещают в реактор с крышкой и электромеханической мешалкой, где при интенсивном перемешивании осуществляют его выщелачивание с одновременной сорбцией меди и цинка при pH 3,5-4 путем обработки кислыми шахтными водами Левихинского медно-добывающего рудника (слабый сернокислый раствор, имеющий pH~2,5-2,75) и 96% серной кислотой, при добавлении иминодиацетатного амфолита, в течение 3-7 часов.

В качестве иминодиацетатного амфолита используют синтетический полимерный органический ионит АНКБ-35 производства ОАО «Азот» г.Черкассы (Украина), относящийся к аминокарбоксильным амфолитам полимеризационного типа, содержащий в своей структуре преимущественно иминодиацетатные группы (75%), при этом емкость по карбоксильным группировкам составляет 0,73 мг-экв/см<sup>3</sup>, по аминок группам - 0,25 мг-экв/см<sup>3</sup>, полная обменная емкость по HCl 0,98 мг-экв/см<sup>3</sup>.

От полученной в результате обработки пульпы шлама просеиванием отделяют насыщенный медью и цинком амфолит, который далее направляют на десорбцию

металлов раствором серной кислоты с концентрацией 100-200 г/дм<sup>3</sup> с оборотом фракций десорбирующего сернокислого раствора до достижения концентрации меди и цинка в нем 20-60 г/дм<sup>3</sup> (то есть до вымывания меди и цинка из фазы сорбента), причем десорбированный иминодиацетатный амфолит возвращают на этап сорбционного сернокислотного выщелачивания.

Из полученного десорбирующего раствора выделяют сначала медь на катоде из нержавеющей стали при поддержании плотности тока 500 А/м<sup>2</sup>, а затем из этого же электролита выделяют цинк на свинцовом электроде при поддержании плотности тока 200 А/м<sup>2</sup>, полученные катодные осадки промывают, в результате получают товарные продукты в виде катодной меди и в виде металлического цинка.

Полученную в результате обработки пульпу шлама после отделения от нее иминодиацетатного амфолита нейтрализуют известью до pH 9,5-10, после чего фильтрованием разделяют на твердый осадок и жидкую часть, причем жидкую часть в виде очищенной воды подают на сброс, а оставшийся не содержащий токсичных тяжелых цветных металлов твердый осадок сушат и измельчают с получением гипсосодержащего товарного продукта.

#### Пример 1

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 2 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес) помещают в реактор и заливают ее полученной пульпой шлама, содержащей 20 граммов шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес) при соотношении твердое: жидкое (Т:Ж)=1:5, соотношении иминодиацетатный амфолит: полученная пульпа шлама=1:60 и выдерживают при перемешивании в течение 5 часов при различных pH при комнатной температуре.

Результаты исследований приведены в Таблице 1.

Таблица 1			
Влияние pH на степень извлечения меди и цинка из пульпы шлама.			
№ п/п	pH	Степень извлечения меди, %	Степень извлечения цинка, %
1	2	3	4
1	2,0	69,8	31,3
2	2,5	73,5	37,4
3	3,0	72,5	55,2
4	3,5	72,5	67,2
5	4,0	75,1	73,1
6	4,5	75,5	78,4
7	5,0	70,3	70,7
8	5,5	60,8	65,6

Из данных Таблицы 1 видно, что уменьшение и увеличение pH сверх заявляемого нецелесообразно. При pH менее 3,5 резко уменьшается сорбируемость цинка, а следовательно, и степень извлечения. При pH более 4,5 происходит уменьшение сорбции меди и цинка за счет соосаждения их с гидроксидом железа.

#### Пример 2

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 2 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес) помещают в реактор и заливают ее полученной пульпой шлама, содержащей 20 граммов шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес), с pH 4,0, и выдерживают при перемешивании в течение 5 часов при различных соотношениях твердое: жидкое (Т:Ж), соотношении иминодиацетатный амфолит: полученная пульпа шлама=1:60 при комнатной температуре.

Результаты исследований приведены в Таблице 2.

Таблица 2				
Влияние соотношения Т:Ж на степень извлечения меди, цинка и железа				
№ п/п	Соотношение твердое: жидкое (Т:Ж)	Степень извлечения, %		
		меди	цинка	железа
1	1:3	73	71	2,8
2	1:4	74	72	1,4
3	1:5	74	73	1,5
4	1:6	75	70	1,2
5	1:7	73	69	1,0

Из данных Таблицы 2 видно, что при Т:Ж меньше 1:4 степень извлечения меди и цинка падает из-за образования плотной плохо промешиваемой пульпы шлама, что осложняет процесс сорбции меди и цинка. Кроме этого увеличивается сорбция железа. При отношении Т:Ж более 1:6 резко увеличиваются объемы растворов, что

ведет к увеличению количества оборудования. В то же время положительных эффектов по извлечению и очистке меди и цинка не наблюдается.

#### Пример 3

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 2 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес) помещают в реактор и заливают ее полученной пульпой шлама, содержащей 20 граммов шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес), при соотношении Т:Ж=1:5, соотношении иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама=1:60, и pH 4,0 выдерживают при перемешивании в течение 1, 3, 5, 7, 9 часов при комнатной температуре. Результаты исследований приведены в Таблице 3.

Таблица 3				
Влияние времени контакта на степень извлечения меди и железа				
№ п/п	Время контакта, час	Степень извлечения, %		
		меди	цинка	железа
1	1	31,0	20,0	0,7
2	3	71,8	62,0	1,4
3	5	78,8	73,0	1,6
4	6	79,3	75,0	1,8
5	7	80,7	79,0	1,9
6	9	81,0	79,7	2,0

Из данных Таблицы 3 видно, что максимальная сорбируемость меди и цинка достигается за время сорбции 3-7 часов. При времени контакта меньше 3 часов степень извлечения меди и цинка падает, при времени контакта более 7 часов увеличения степени извлечения не происходит.

#### Пример 4

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 6, 3, 2, 1,5 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес), при соотношении иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама 1:20, 1:40, 1:60, 1:80 соответственно помещают в реактор и заливают ее пульпой, содержащей 20 грамм шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес) при соотношении Т:Ж=1:5 и pH 4,0 выдерживают при перемешивании в течение 5 часов при комнатной температуре. Результаты исследований приведены в Таблице 4.

Таблица 4				
Влияние соотношения иминодиацетатный амфолит: полученная пульпа шлама на степень извлечения меди, цинка и железа				
№ п/п	Соотношение иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама	Степень извлечения, %		
		меди	цинка	железа
1	1:20	70,0	71,0	2,5
2	1:40	75,2	72,0	2,4
3	1:60	74,8	73,0	2,0
4	1:80	71,1	67,4	1,5

Из данных Таблицы 4 видно, что при соотношении иминодиацетатный амфолит: полученная пульпа шлама меньше 1:40 степень извлечения меди и цинка практически не изменяется, а степень извлечения железа растет. При увеличении этого соотношения сверх 1:60 степень извлечения меди и цинка уменьшается.

#### Пример 5

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 2 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес), помещают в реактор и заливают ее пульпой, содержащей 20 граммов шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес) при соотношении Т:Ж=1:5, соотношении иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама=1:60 и pH 4,0 выдерживают при перемешивании в течение 5 часов при комнатной температуре. Насыщенный амфолит десорбируют раствором серной кислоты с концентрацией 50, 100, 200, 300 г/дм<sup>3</sup> до полного вымывания меди и цинка из фазы сорбента. Полученный десорбирующий раствор анализируют на содержание ценных компонентов. Результаты исследований приведены в Таблице 5.

Таблица 5			
Влияние концентрации серной кислоты на степень извлечения меди и цинка			
№ п/п	Концентрация серной кислоты, г/дм <sup>3</sup>	Концентрация в десорбирующем растворе, г/дм <sup>3</sup>	
		меди	цинка
1	50	10,0	14,0
2	100	23,2	35,0
3	200	39,8	50,0
4	300	40,1	53,4

Из данных Таблицы 5 следует, что при концентрации серной кислоты в десорбирующем растворе меньше  $100 \text{ г/дм}^3$  содержание меди и цинка в десорбирующем растворе не соответствует требованиям их промышленного электролитического выделения. Увеличение концентрации серной кислоты в десорбирующем растворе больше  $200 \text{ г/дм}^3$  не приводит к заметному увеличению концентрации меди и цинка.

#### Пример 6

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 2 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес) помещают в реактор и заливают ее пульпой, содержащей 20 граммов шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес), при соотношении Т:Ж=1:5, соотношении иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама=1:60 и pH 4,0 выдерживают при перемешивании в течение 5 часов при комнатной температуре.

Насыщенный амфолит десорбируют раствором серной кислоты с концентрацией  $200 \text{ г/дм}^3$  до полного вымывания меди и цинка из фазы сорбента. Из полученного десорбирующего раствора выделяют сначала медь на катоде из нержавеющей стали при поддержании плотности тока  $500 \text{ А/м}^2$ , а затем из этого же электролита выделяют цинк на свинцовом электроде при поддержании плотности тока  $200 \text{ А/м}^2$ . Полученные катодные осадки промывают и анализируют на содержание меди и цинка. Исследование повторяют два раза. Результаты исследований приведены в Таблице 6.

Таблица 6		
Влияние параметров электролиза на степень извлечения меди и цинка		
№ п/п	Содержание в катодном осадке, %	
	меди	цинка
1	99,0	99,0
2	99,2	99,0

#### Пример 7

Навеску иминодиацетатного амфолита в количестве 2 граммов (в пересчете на абсолютно сухой вес) помещают в реактор и заливают ее пульпой, содержащей 20 граммов шлама (в пересчете на абсолютно сухой вес), при соотношении Т:Ж=1:5, соотношении иминодиацетатный амфолит:полученная пульпа шлама=1:60 и pH 4,0 выдерживают при перемешивании в течение 5 часов при комнатной температуре. После разделения полученной пульпы шлама и амфолита в пульпу добавляют новую порцию свежего амфолита и повторяют опыт. Степень извлечения меди и цинка после повторной сорбции составляет больше 97%.

Полученную отработанную пульпу шлама нейтрализуют известью до pH 9,5-10, и далее фильтруют с разделением на осадок и жидкую часть в виде очищенной воды. Осадок сушат и измельчают с получением гипсосодержащего товарного продукта (минерального вяжущего вещества).

Полученный гипсосодержащий товарный продукт исследуют в соответствии с требованиями ГОСТ 31108-2003 "Цементы общестроительные. Технические условия".

Результаты испытаний портландцементов - сульфатированного цемента на основе гипсосодержащего товарного продукта и сульфатированного цемента на основе гипса представлены в Таблице 7.

Таблица 7								
Результаты испытаний прочностных характеристик портландцементов								
Вещественный состав	Предел прочности, МПа, через, суток, при							
	изгибе				сжатии			
	2	7	17	28	2	7	14	28
Гипсосодержащий товарный продукт	0,7	1,78	-	-	1,64	4,4	-	-
Гипс	0	0,8	-	-	0	1,6	-	-

Результаты испытаний свидетельствуют, что цемент на основе гипсосодержащего продукта из отработанного шлама нейтрализации кислых шахтных вод твердеет быстрее стандартного и его высокие физико-механические свойства отвечают требованиям ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия к марке 500».

Таким образом, использование заявляемого способа переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод позволяет создать безотходную технологию, предусматривающую извлечение из шламов нейтрализации кислых шахтных вод меди и цинка в товарные продукты и получение дополнительного товарного продукта



-вяжущего для производства стройматериалов, при этом на сброс направляется полностью очищенная вода.

#### Формула изобретения

Способ переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод, включающий их сернокислотное выщелачивание при перемешивании и извлечение меди и цинка, отличающийся тем, что шлам предварительно измельчают, сернокислотное выщелачивание ведут путем обработки шлама кислыми шахтными водами и серной кислотой до массового соотношения твердое:жидкое 1:(4-6) и pH 3,5-4, затем добавляют в полученную пульпу иминодиацетатный амфолит до массового соотношения иминодиацетатный амфолит:пульпа 1:(40-60) для одновременной сорбции меди и цинка, которую ведут в течение 3-7 ч, после чего от полученной пульпы просеиванием отделяют иминодиацетатный амфолит и осуществляют десорбцию серной кислотой с образованием десорбированного иминодиацетатного амфолита и сернокислого раствора, десорбированный иминодиацетатный амфолит возвращают на этап выщелачивания и одновременной сорбции, а из сернокислого раствора путем электролиза последовательно извлекают медь с получением товарного продукта в виде катодной меди, а затем - цинк с получением товарного продукта в виде металлического цинка и отработанного сернокислого раствора, который возвращают на этап десорбции, полученную после отделения от нее иминодиацетатного амфолита пульпу нейтрализуют известью, разделяют на твердый осадок и жидкую часть, причем жидкую часть в виде очищенной воды подают на сброс, а оставшийся твердый осадок сушат и измельчают с получением гипсосодержащего товарного продукта.

#### ИЗВЕЩЕНИЯ

##### РС4А Государственная регистрация договора об отчуждении исключительного права

Дата и номер государственной регистрации договора: **10.09.2014 РД0156716**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной ответственностью "Новая Металлургия" (RU),  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)**

Приобретатель исключительного права:

**Общество с ограниченной ответственностью "Новая Металлургия" (RU), Федеральное  
государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)**

Лицо(а), передающее(ие) исключительное право:

**Общество с ограниченной ответственностью "УралЭкоМет" (RU)**

Адрес для переписки:

**620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, ФГАОУ ВПО "УрФУ имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина", Центр интеллектуальной собственности, Герасимовой С.А.**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **10.09.2014**

Дата публикации: [27.09.2014](#)

##### ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **18.01.2015**

Дата публикации: [27.09.2015](#)

